مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۲، شماره ۴، سال ۱۳۹۵

ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی برخی ژنوتیپ‌های گردو در استان کرمانشاه

Evaluation of Quantitative and Qualitative Characteristics of some Walnut Genotypes in Kermanshah Province

زینب شفائی[۱] و کاظم ارزانی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۵

چکیده

شفائی، ز. و ارزانی، ک. ۱۳۹۵. ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی برخی ژنوتیپ‌های گردو در استان کرمانشاه. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۲: ۴۵۹-۴۳۷.**

ایران به عنوان یکی از مراکز اصلی تنوع و کشت گردو در دنیا شناخته شده است که این تنوع می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی مورد توجه قرار گیرد. یکی از روش‌های به‌نژادی در این زمینه، شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش گردو است، به همین منظور پژوهشی در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ در دو منطقه از استان کرمانشاه انجام شد. در این پژوهش برخی صفات فنولوژیکی و پومولوژیکی ۵۹ ژنوتیپ بر اساس توصیف‌نامه‌های UPOV و IBPGR اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه میانگین وزن دانه، وزن مغز و درصد مغز به ترتیب ۲۲/۳۵ – ۹/۳۱ گرم، ۱۱/۲۰ – ۴/۳۴ گرم و ۶۸/۲۹ – ۳۶/۹۱ درصد بود. بیشترین درصد مغز (۶۸/۲۸) متعلق به ژنوتیپ Kh86 بود. ژنوتیپ Kh65 بیشترین وزن دانه (۲۲/۳۵ گرم) و وزن مغز (۱۱/۲۰ گرم) را داشت. ژنوتیپ Kh110 به ترتیب با ۲۵ و ۲۱ روز تأخیر در برگ‌دهی نسبت به استاندارد مرجع در سال اول و دوم، دیربرگ‌ده‌ترین ژنوتیپ ارزیابی شد. ژنوتیپ‌های Kh128 و Ks33 بیشترین درصد هموگامی (۱۰۰٪) را داشتند. تجزیه خوشه‌ای، ۵۹ ژنوتیپ مورد بررسی را در پنج خوشه گروه‌بندی کرد. در نهایت ژنوتیپ‌های Kh86، Kh70، Kh69، Kh65، Ks42، Kh87، Ks39، Ks35، Kh88، Kh110، Kh127، Kh128، Kh134، Kh146، Kh149، Kh150، Kh153 و Ks29 که از نظر خصوصیات میوه و مغز برتر بودند، به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش شناسائی شدند.

واژه‌های کلیدی: گردو، ژنوتیپ امیدبخش، صفات پومولوژیکی، صفات فنولوژیکی، تجزیه کلاستر.

نویسنده مسئول: arzani_k@modares.ac.ir تلفن: ۰۲۱۴۸۲۹۲۰۹۴

مقدمه

منابع ژنتیکی گیاهان یک ثروت جهانی محسوب می‌شود که دارای ارزش فوق‌العاده‌ای است و می‌توان از آن‌ها در سیستم‌های کشاورزی سنتی، به‌نژادی مدرن یا معمولی یا مهندسی ژنتیک استفاده کرد. از بین رفتن تنوع ژنتیکی، ظرفیت نگهداری و افزایش محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد (Keles *et al*., 2014). گونه گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) بیشترین وسعت کشت گردو در دنیا را به خود اختصاص داده است (Vyas *et al*., 2003). کشت و کار این گونه در دنیا دارای سابقه طولانی و اهمیت زیادی است و منشأ آن بخش وسیعی از آسیای مرکزی تا اروپای شرقی از جمله ایران، ترکیه، عراق، افغانستان، جنوب روسیه و شمال هندوستان است (Soleimani *et al*., 2009؛ Rezaei *et al*., 2006). ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای جهان از نظر تولید گردو است که با تولید ۴۵۰ هزار تن گردو (با پوست) بعد از کشور چین (یک میلیون و هفتصد هزار تن) جایگاه دوم تولید گردو را در دنیا به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2013). در ایران، کشت گردو عمدتا به صورت سنتی بوده و اکثر درختان گردو به صورت بذری تکثیر شده‌اند، به طوری‌که تنوع قابل توجهی در خصوصیات میوه و مغز آن‌ها وجود دارد (Ghasemi *et al*., 2012)، بنابراین ایران به عنوان مرکز ژرم‌پلاسم گسترده گردو شناخته شده است (Arzani *et al*., 2008) اما به علت وجود دوره نونهالی طولانی مدت، تنوع زیاد بین درختان از نظر صفات مختلف و عدم وجود باغ‌های تجاری یکنواخت، سطح صادرات محصول آن پایین است. شناسایی ژنوتیپ‌های امیدبخش به عنوان یکی از روش‌های مهم به‌نژادی گردو، ضروری است (Hassani *et al*., 2012a). برنامه شناسایی، ارزیابی و اصلاح گردو از سال ۱۳۶۲ در ایران توسط عاطفی آغاز شد و در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ادامه پیدا کرد، در نهایت در سال ۱۳۸۸ منجر به معرفی دو رقم جدید گردو به نام جمال (Z63) به عنوان رقم اصلی و دماوند (Z30) به عنوان رقم گرده دهنده شد (Hassani *et al*., 2012 a, b). با وجود اهمیت، دقت و سرعت روش‌های مولکولی در تفکیک ژنوتیپ‌ها، بررسی‌های مورفولوژیک همچنان به عنوان مبنا و اولین مرحله در ارزیابی ژرم‌پلاسم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mousavi *et al*., 2015).

ارزیابی مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گردو در ایران و بسیاری از کشورها در سراسر جهان انجام شده است. ارزانی و همکاران (Arzani *et al*., 2008) تعداد ۵۸ ژنوتیپ بذری گردو را در شش منطقه تفت واقع در استان یزد، برای تعیین تنوع مورفولوژیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های امیدبخش مورد بررسی قرار دادند و ژنوتیپ‌های AA_{110}، AA_{115}، AA_{35}، AA_{33} و BA_{150} را به عنوان ژنوتیپ‌های

برتر گردو شناسائی کردند، همچنین آن‌ها کم‌ترین ضخامت پوست سخت را در این ژنوتیپ‌ها ۰/۴ سانتی‌متر گزارش کردند. حق‌جویان و همکاران (Haghjouyan *et al*., 2005) تعداد ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی ایرانی را از توده تویسرکان و کلکسیون‌های کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد را از نظر شانزده صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها بیشترین تشابه بین ژنوتیپ‌های شماره ۴۳ و ۴۴ وردآورد تویسرکان و ژنوتیپ‌های ۷۸ و ۸۴ مشهد را نشان داد. ساریخانی خرمی و همکاران (Sarikhani - Khorami *et al*., 2012) پس از ارزیابی صفات فنولوژیک و پومولوژیک ۳۴۹ ژنوتیپ در استان فارس دوازده ژنوتیپ امیدبخش گردو را شناسایی کردند. موسیوند و همکاران (Mosivand *et al*., 2013) به بررسی خصوصیات مورفولوژیکی تعدادی گونه در کرج پرداختند. آن‌ها بیشترین وزن دانه را در گردوی سیاه (۱۱/۵ گرم) و کم‌ترین وزن دانه را در دورگ بین گونه‌ای پارادوکس (۳/۶۲ گرم) اندازه‌گیری کردند.

اسما (Asma, 2012) پس از مطالعه‌ای که روی ۱۵۸ ژنوتیپ بذری در منطقه مالاتیا واقع در کشور ترکیه انجام داد، با توجه به خصوصیات پومولوژیکی و فنولوژیکی مطلوب، شانزده ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپ برتر گزارش کردند. شارما و همکاران (Sharma *et al*., 2014) با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی ۶۳ ژنوتیپ بذری در هندوستان، ژنوتیپ GL0190 را که دارای ویژگی‌های مطلوبی نظیر وزن دانه، درصد مغز و ضخامت پوسته سخت به ترتیب ۲۰/۱۰ گرم، ۶۱/۴۰ درصد و ۱/۲۴ میلی‌متر بود، به عنوان ژنوتیپ امیدبخش شناسائی کردند. سولار و استامپار (Solar and Stampar, 2005) در مطالعات خود ۲۴ ژنوتیپ برتر را از مناطق مختلف اسلوونی انتخاب کردند. دیاز و همکاران (Diaz *et al*., 2004) تفاوت معنی‌داری را بین صفات مورد مطالعه در جمعیت گردوهای اسپانیایی گزارش کردند. ژرم‌پلاسم گردو موجوددر آلتنیا واقع در جنوب شرقی رومانی برای تعیین تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های امیدبخش مورد بررسی قرار گرفتند (Cosmulescu and Botu, 2012). بسیاری از کشورهای دیگر از جمله فرانسه، هند، بلغارستان، آلبانی، یوگسلاوی، ترکیه، چین، اسپانیا، روسیه و لهستان نیز روی ارزیابی توده‌های گردو و انتخاب و معرفی ژنوتیپ‌های برتر تمرکز کرده‌اند.

استان کرمانشاه با دارا بودن سهم ۱۰۶۹۷/۵ هکتار سطح زیر کشت و ۲۳۷۷۷ تن تولید گردو در سال به ترتیب دارای جایگاه ششم و چهارم در ایران است (Anonymous, 2011). هدف از این پژوهش ارزیابی ژنوتیپ‌های بذری گردو و انتخاب ژنوتیپ‌های امیدبخش از میان آن‌ها و

در راستای برنامه اصلاح و معرفی ارقام و همچنین احداث باغ های مادری بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ در دو شهرستان صحنه و هرسین واقع در شرق و جنوب شرقی استان کرمانشاه انجام شد. بر اساس اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی دو منطقه و راهنمایی باغدارها ۱۵۳ ژنوتیپ بذری بر اساس دیر برگی، مقاومت به سرما، بیماری‌ها و آفات، درختان سالم توسعه یافته، عملکرد بالا، رسیدن یکنواخت، درصد مغز بالا، مغز روشن، سهولت جدا شدن مغز و نازک بودن پوست دانه، انتخاب و با رنگ قرمز پلاک کوبی شدند. درختان گردو مورد ارزیابی در ارتفاع ۱۴۰۴/۱۲ تا ۱۶۵۴/۳۰ متر از سطح دریا قرار داشتند. به علت خسارت شدید سرمازدگی بهاره در سال اول ارزیابی، ۵۹ ژنوتیپ برای ارزیابی خصوصیات گل و میوه مورد مطالعه قرار گرفتند.

ارزیابی صفات فنولوژیک (تاریخ برگدهی، تاریخ آزاد شدن اولین، حداکثر و آخرین دانه گرده، تاریخ آغاز، حداکثر و پایان پذیرش دانه گرده توسط مادگی و تاریخ برداشت) و صفات پومولوژیک (وزن میوه و مغز، درصد مغز، درصد باردهی جانبی، طول، عرض و ضخامت میوه، شاخص شکل و اندازه میوه، ضخامت پوست، بافت پوست، روزنه انتهای پوست، سهولت جدا شدن مغز از دانه و رنگ مغز) ژنوتیپ‌های انتخابی بر اساس توصیف نامه‌های IBPGR و UPOV انجام شد. تاریخ برگ‌دهی زمانی در نظر گرفته شد که بیش از ۵۰ درصد جوانه‌های انتهایی رشد کرده و فلس‌های جوانه باز شده بودند، به طوری که برگ‌های سبز داخل آن دیده می‌شد (Anonymous, 1994). از آن‌جایی که صفات فنولوژیک بسیار تحت تأثیر محیط هستند، لذا این صفات نسبت به استاندارد مرجع سنجیده شدند. ژنوتیپی که زودبرگده‌ترین بود، به عنوان ژنوتیپ استاندارد مرجع (۲۵/ ۱۲/ ۱۳۹۲) در نظر گرفته شد و برگ‌دهی سایر ژنوتیپ‌ها نسبت به این ژنوتیپ، مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفت (Arzani *et al.*, 2008). در این پژوهش تاریخ آزاد شدن دانه گرده و پذیرش آن نیز توسط گل ماده نیز بر اساس توصیف‌نامه IBPGR یاداشت شد. زمانی که دو لوب کلاله به صورت V شکل و با زاویه ۳۵ درجه نسبت به هم قرار گرفتند و سطح کلاله مرطوب به نظر رسید، به عنوان شروع پذیرش مادگی در نظر گرفته شد و هنگام حداکثر پذیرش گل‌های ماده زاویه بین دو لوب کلاله زاویه ۴۵ درجه بود (Pollegioni *et al.*, 2010). زمان شکفتن آخرین گل ماده، کلاله به طور کامل باز و خشک شده و رنگ آن تیره می‌شود (IBPGR). صفت عادت میوه دهی با توجه به تشکیل گل ماده روی جوانه‌های جانبی تعیین شد. عدم تشکیل میوه روی جوانه های جانبی، تشکیل کم تر از ۵۰ درصد گل ماده روی

جوانه‌های جانبی و تشکیل بیش از ۵۰ درصد گل ماده روی جوانه‌های جانبی که به ترتیب به صورت باردهی انتهایی، باردهی حد واسط و باردهی جانبی نام گرفتند (Norouzi *et al.*, 2013). ژنوتیپ‌هایی که درصد هموگامی در آن‌ها ۷۵ یا بیشتر از ۷۵ درصد بود، به عنوان ژنوتیپ هموگام و در غیر این صورت دایکوگام در نظر گرفته شدند. درصد هموگامی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

۱۰۰ × طول دوره پذیرش گل‌های ماده/ تعداد روزهایی که گل نر و ماده هم‌پوشانی دارند = درصد هموگامی

برای ارزیابی صفات پومولوژیک از هر ژنوتیپ ده دانه به صورت تصادفی انتخاب شد. پس از جدا کردن پوست سبز از دانه‌ها، به مدت یک ماه در دمای اتاق و سایه نگهداری و خشک شدند تازمانی که رطوبت آن‌ها پایین‌تر از هشت درصد رسید (Zeneli *et al.*, 2005). سپس صفات مربوط به دانه و مغز با بر اساس توصیف‌نامه IBPGR و UPOV مورد بررسی قرار گرفتند.

شکل دانه با جایگذاری متغیرهای ارتفاع، عرض و ضخامت در فرمول زیر محاسبه شد:

$$FI = (100\ H) / [(E + L) / 2]$$ (Arzani *et al.*, 2008)

در فرمول ذکر شده FI، H، E و L به ترتیب به عنوان شاخص شکل میوه، ارتفاع، ضخامت و عرض در نظر گرفته شد.

هدف از انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و امیدبخش، استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی برای دستیابی به ارقام مطلوب است، لذا در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر صفاتی که مورد توجه باغداران و تولیدکنندگان گردو است، در نظر گرفته می‌شود. رقم چندلر با مشخصات درصد مغز ۴۹ درصد، وزن دانه ۱۳/۲ گرم و وزن مغز ۶/۵ گرم یک رقم ایده آل و استاندارد جهانی است. در این مطالعه ژنوتیپ‌هایی به عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب شدند که از نظر صفات فوق برتر از رقم چندلر بودند و دارای وزن دانه بالاتر از ۱۳/۵ گرم، وزن مغز بالاتر ۶/۵ گرم، درصد مغز بالاتر از ۵۰ درصد و ضخامت پوست کم‌تر از ۱/۵ میلی‌متر بودند. همچنین برخی از ژنوتیپ‌ها که از نظر دیربرگ‌دهی برتر و از نظر برخی دیگر از صفات بسیار مطلوب نبودند به عنوان ژنوتیپ برتر شناسائی شدند.

پس از یادداشت‌برداری‌های لازم، داده‌های به دست آمده تجزیه آماری شدند.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده

از نرم افزار SPSS انجام شد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات با توارث‌پذیری بالا انجام و ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش ادغام بین گروهی (Average Linkage Between Groups) گروه‌بندی شدند. همبستگی بین صفات مهم اصلاحی با کمک نرم افزار SPSS و ضریب پیرسون تعیین شد.

نتایج و بحث

کد ژنوتیپ‌های گردو و مشخصات جغرافیائی محل بررسی آن‌ها در جدول ۱ و صفات مورد مطالعه و واحد اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین، دامنه تغییرات، انحراف استاندارد و ضریب تنوع صفات در جدول ۳ آورده شده است. صفاتی که ضریب تغییرات بالاتری داشتند، دامنه انتخاب بیشتری را برای آن صفت در بر گرفتند.

صفات فنولوژیکی

در مناطقی با سرماهای دیررس بهاره مکرر مانند بسیاری از مناطق ایران، دیربرگدهی در گردو از مهم‌ترین معیارهای انتخاب است (Arzani *et al.*, 2008). بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق دیربرگده‌ترین ژنوتیپ‌ها در سال اول و دوم ارزیابی Kh110، Kh153 و Kh149 بودند که جوانه‌های برگ آن‌ها به ترتیب با اختلاف ۲۵، ۲۳ و ۲۳ روز در سال اول و ۲۱، ۱۹ و ۲۱ در سال دوم نسبت به استاندارد مرجع باز شدند. ژنوتیپ‌های دیربرگ‌ده باردهی جانبی کم‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های زودبرگ‌ده و در مکان‌هایی با بارش بهاره و تابستان‌های خشک مقاومت بیشتری به بلایت باکتریایی دارند (Keles *et al.*, 2014؛ Karadag and Akca., 2011). ظهور دیرتر برگ‌ها در فصل بهار حتی برای چند روز می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش احتمال خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره داشته باشد (Akca and Ozongun, 2004). با این حال زمان برگ‌دهی تا حدودی تحت تأثیر سن درخت و عوامل محیطی به ویژه دمای هوا در یک ماه قبل از برگ‌دهی قرار می‌گیرد (Rezaei *et al.*, 2008). عادت گلدهی درختان گردو به لحاظ همپوشانی گرده‌افشانی با دوره پذیرش گل‌های ماده اهمیت خاصی در مدیریت باغ گردو دارد (Westwood, 1993)، لذا بهترین ارقام گردو از نظر گرده‌افشانی ارقام هموگام هستند (Forde and McGranahan, 1996). یکی از اهداف برنامه‌های به‌نژادی گردو به دست آوردن ارقامی است که باز شدن گل‌های نر و ماده آن‌ها هم‌پوشانی بیشتری داشته باشد. نتایج حاصل از بررسی‌های فنولوژیک نشان داد از بین ۵۹ ژنوتیپ ۳۹ ژنوتیپ پروتاندر، ۱۲ ژنوتیپ پروتوجین و ۸ ژنوتیپ هموگام بودند. ژنوتیپ‌های Kh128 و Ks33 بیشترین درصد هموگامی (۱۰۰٪) را داشتند (جدول ۴). اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی پروتاندر بودند که این

جدول ۱- کد و مشخصات جغرافیائی محل بررسی ژنوتیپ‌های گردو در استان کرمانشاه

Table 1. Code and geographical characteristics of investigation sites of walnut genotypes in Kermanshah province

کد ژنوتیپ Genotype code	محل بررسی Investigation site	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude
Ks24	Sahneh	34 29 12.9 N	47 41' 05.3" E	1414.94
Ks25	Sahneh	34 29' 11.1" N	47 41' 04.4" E	1411.57
Ks28	Sahneh	34 29' 09.9" N	47 41' 08.5" E	1409.17
Ks29	Sahneh	34 29' 09.9" N	47 41' 08.7" E	1408.69
Ks30	Sahneh	34 29' 10.0" N	47 41' 09.0" E	1405.32
Ks31	Sahneh	34 29' 10.3" N	47 41' 09.9" E	1404.12
Ks32	Sahneh	34 29' 10.8" N	47 41' 08.0" E	1410.61
Ks33	Sahneh	34 29' 10.4" N	47 41' 08.2" E	1413.01
Ks34	Sahneh	34 29' 10.1" N	47 41' 08.3" E	1410.85
Ks35	Sahneh	34 29' 10.1" N	47 41' 08.1" E	1411.33
Ks36	Sahneh	34 29' 07.9" N	47 41' 07.8" E	1406.52
Ks37	Sahneh	34 29' 07.5" N	47 41' 07.8" E	1406.52
Ks39	Sahneh	34 29' 10.7" N	47 41' 06.0" E	1411.33
Ks40	Sahneh	34 29' 10.7" N	47 41' 05.6" E	1409.89
Ks42	Sahneh	34 29' 10.7" N	47 41' 04.4" E	1411..09
Ks43	Sahneh	34 29' 10.2" N	47 41' 05.3" E	1408.21
Ks44	Sahneh	34 29' 09.6" N	47 41' 04.9" E	1406.28
Ks45	Sahneh	34 29' 13.6" N	47 41' 25.0" E	1408.69
Kh65	Harsin	34 16' 13.2" N	47 33' 23.0" E	1562.02
Kh69	Harsin	34 16' 12.2" N	47 33' 23.0" E	1560.81
Kh70	Harsin	34 16' 12.5" N	47 33' 22.7" E	1560.33
Kh73	Harsin	34 16' 11.9" N	47 33' 22.3" E	1559.13
Kh77	Harsin	34 16' 12.2" N	47 33' 23.7" E	1552.40
Kh79	Harsin	34 16' 07.7" N	47 33' 24.4" E	1553.36
Kh80	Harsin	34 16' 07.6" N	47 33' 24.7" E	1551.68
Kh83	Harsin	34 16' 07.9" N	47 33' 25.6" E	1551.68
Kh85	Harsin	34 16' 07.8" N	47 33' 21.7" E	1553.36
Kh86	Harsin	34 16' 07.7" N	47 33' 21.2" E	1554..33
Kh87	Harsin	34 16' 12.0" N	47 33' 22.8" E	1560.57
Kh88	Harsin	34 16' 13.7" N	47 33' 23.2" E	1559.37
Kh90	Harsin	34 16' 13.7" N	47 33' 23.6" E	1562.02
Kh91	Harsin	34 16' 13.7" N	47 33' 23.6" E	1562.02
Kh93	Harsin	34 16' 14.1" N	47 33' 23.5" E	1568.75
Kh94	Harsin	34 16' 13.7" N	47 33' 23.3" E	1561.54
Kh95	Harsin	34 15' 37.4" N	47 33' 49.0" E	1563.70
Kh98	Harsin	34 15' 36.9" N	47 33' 46.5" E	1519.72
Kh110	Harsin	34 15' 38.5" N	47 33' 49.6" E	1520.68
Kh118	Harsin	34 14' 36.1" N	47 36' 47.5" E	1654.30
Kh120	Harsin	34 14' 36.3" N	47 36' 48.0" E	1651.66
Kh121	Harsin	34 14' 36.6" N	47 36' 47.7" E	1650.46
Kh124	Harsin	34 16' 07.4" N	47 33' 19.1" E	1555.77
Kh126	Harsin	34 15' 50.4" N	47 32' 56.7" E	1541.35
Kh127	Harsin	34 15' 50.8" N	47 32' 56.7" E	1536.78
Kh128	Harsin	34 15' 50.6" N	47 32' 57.0" E	1541.35
Kh134	Harsin	34 15' 49.2" N	47 32' 55.7" E	1538.22
Kh137	Harsin	34 15' 58.6" N	47 33' 14.4" E	1546.15
Kh138	Harsin	34 15' 58.8" N	47 33' 14.6" E	1542.55
Kh139	Harsin	34 15' 59.4" N	47 33' 14.3" E	1543.75
Kh140	Harsin	34 15' 59.6" N	47 33' 14.5" E	1542.55
Kh143	Harsin	34 15' 58.8" N	47 33' 14.8" E	1544.47
Kh144	Harsin	34 15' 56.9" N	47 33' 15.1" E	1537.98
Kh145	Harsin	34 15' 56.1" N	47 33' 15.0" E	1540.87
Kh146	Harsin	34 15' 55.2" N	47 33' 15.7" E	1536.54
Kh147	Harsin	34 15' 55.2" N	47 33' 15.7" E	1537.02
Kh149	Harsin	34 15' 57.2" N	47 34' 47.3" E	1531.98
Kh150	Harsin	34 16' 12.7" N	47 33' 22.9" E	1556.01
Kh151	Harsin	34 15' 56.9" N	47 33' 10.6" E	1538.95
Kh152	Harsin	34 15' 56.8" N	47 33' 10.4" E	1539.43
Kh153	Harsin	34 15' 56.5" N	47 33' 11.4" E	1538.46

پدیده با یافته‌های اسما (Asma, 2012) و رضایی و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی داشت و با نتایج آکجا و ازنگان (Akca and Ozongun, 2004) و ارزانی و همکاران (۲۰۰۸) مغایرت داشت. میانگین دما روی زمان و دوره گلدهی و همچنین روی

جدول ۲-علامت اختصاری و واحد اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های گردو

Table 2. Symbol and measurement units for quantitative and qualitative traits of walnut gynotypes

Characteristics	صفت	علامت اختصاری Symbol	واحد اندازه‌گیری Measurement units
Nut weight	وزن دانه	NW	گرم (g)
Kernel weight	وزن مغز	kw	گرم (g)
Kernel percentage	درصد مغز	KP	درصد (وزن مغز به دانه)
Nut width	عرض میوه	NWI	میلی‌متر (mm)
Nut thickness	ضخامت میوه	NTH	میلی‌متر (mm)
Nut length	طول میوه	NL	میلی‌متر (mm)
Form index	شاخص شکل	FI	کروی (کم‌تر از ۱۱۰)، تخم مرغی (۱۲۵- ۱۱۱) و بیضوی کشیده (بزرگتر از ۱۲۵)
Shell thickness	ضخامت پوست	SHTH	میلی‌متر (mm)
Kernel removal of nut	جدا شدن مغز از دانه	KRN	۱ تا ۹(۱- خیلی راحت، ۹- خیلی مشکل)
Kernel colour	رنگ مغز	KC	۱ تا ۹(۱- خیلی روشن، ۹- خیلی تیره)
Shell texture	بافت پوست	SHT	۱ تا ۹(۱- خیلی صاف، ۹- خیلی زبر)
Packing tissue thickness	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها	PTTH	۱ تا ۹(۱- خیلی نازک و پراکنده، ۹- خیلی ضخیم)
Shell seal	روزنه انتهایی پوست سخت	SHS	۱ تا ۹(۱- باز، ۹- دارای پوشش کاملا بسته)
Growth habit	عادت رشد درخت	GH	۱- عمودی ۲- نیمه عمودی ۳- گسترده
Flowering habit	عادت گلدهی	FH	۱- انتهایی ۲- حدواسط ۳- جانبی
Time of leafing	زمان برگ‌دهی	TL	تعداد روز پس از استاندارد مرجع*
Pollen shedding period	طول دوره ریزش گرده	PSHP	آخرین روز ریزش دانه گرده –اولین روز ریزش دانه گرده
Pistil receptivity period	طول دوره پذیرش گرده توسط مادگی	PRP	آخرین روز پذیرش گرده توسط مادگی –اولین روز پذیرش گرده توسط مادگی
Dichogamy	ناهمرسی	D	۱- پروتاندر ۲- پروتوجینوس ۳- هموگام
Harvest time	زمان برداشت	H	تعداد روز پس از استاندارد مرجع**

* و **: به ترتیب تعداد روز بعد از تاریخ استاندارد مرجع (برای صفات تاریخ برگ‌دهی و تاریخ برداشت استاندارد مرجع به ترتیب ۱۳۹۲/ ۱۲/۲۵ و ۱۳۹۳/۶/۳ در نظر گرفته شد)

* and **: Number of days after standard reference date (For time of leafing 5 March and for harvest time 25 August).

جدول ۳- دامنه تغییرات و ضریب تنوع صفات در ژنوتیپ‌های گردو

Table 3. Range and coefficient of variability of traits in walnut genotypes

Characteristics	صفت	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	ضریب تنوع C.V. (%)
Nut weight	وزن دانه	9.31	22.35	14.87	2.68	18.02
Kernel weight	وزن مغز	4.34	11.20	7.25	1.43	19.72
Kernel percentage	درصد مغز	36.91	68.29	49.11	6.46	13.15
Nut width	عرض میوه	28.49	38.68	33.15	2.06	6.21
Nut thickness	ضخامت میوه	30.18	39.75	35.14	2.22	6.31
Nut length	طول میوه	30.95	48.20	38.37	3.74	9.74
Form index	شاخص شکل	93.33	134.31	112.41	9.22	8.20
Shell thickness	ضخامت پوست	0.55	2.13	1.39	0.37	26.61
Kernel removal of nut	جدا شدن مغز از دانه	1.00	8.00	3.00	1.46	48.66
Kernel colour	رنگ مغز	1.00	6.00	2.18	0.97	44.49
Shell texture	بافت پوست	1.00	8.00	3.20	1.14	35.62
Packing tissue thickness	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها	0.04	0.87	0.15	0.14	93.33
Shell seal	روزنه انتهایی پوست سخت	2.00	8.00	5.91	1.66	28.08
Growth habit	عادت رشد درخت	1.00	3.00	2.79	0.55	19.71
Flowering habit	عادت گلدهی	1.00	3.00	1.55	0.77	49.67
Time of leafing	زمان برگ‌دهی	1.00	25.00	12.76	4.37	34.24
Pollen shedding period	طول دوره ریزش گرده	4.00	18.00	7.62	2.75	36.08
Pistil receptivity period	طول دوره پذیرش گرده توسط مادگی	4.00	17.00	9.16	3.26	35.58
Dichogamy	ناهمرسی	1.00	3.00	1.47	0.72	48.97
Harvest time	زمان برداشت	1.00	34.00	21.91	8.83	40.30

جدول ۴- میانگین خصوصیات فنولوژیک ۵۹ ژنوتیپ گردو در سال اول ارزیابی

Table 4. Mean of phenological characteristics in 59 walnut genotypes in the first evaluation

ژنوتیپ Genotype	زمان برگ‌دهی TL	طول دوره ریزش گرده PSHP	طول دوره پذیرش دانه گرده توسط مادگی PRP	ناهمرسی D	عادت گل‌دهی FH	زمان برداشت H	عادت رشد درخت GH
Ks24	13	7	7	1	2	6	3
Ks25	13	6	8	1	3	6	2
Ks28	14	10	7	1	1	8	1
Ks29	3	10	10	1	1	1	1
Ks30	10	5	10	1	1	12	1
Ks31	1	4	13	1	1	5	1
Ks32	11	6	6	1	1	3	3
Ks33	9	8	8	3	1	6	3
Ks34	6	5	9	1	1	6	3
Ks35	18	7	14	1	1	8	3
Ks36	9	6	9	1	1	6	3
Ks37	8	5	17	1	2	6	3
Ks39	12	4	7	1	1	19	3
Ks40	9	8	12	1	1	19	3
Ks42	9	5	8	1	1	19	3
Ks43	6	7	8	1	1	19	3
Ks44	7	7	14	2	1	19	2
Ks45	11	7	14	1	2	21	3
Kh65	12	6	6	1	1	28	3
Kh69	11	6	5	1	1	25	3
Kh70	13	11	6	3	2	28	3
Kh73	12	4	8	1	1	26	3
Kh77	11	4	13	1	1	31	3
Kh79	15	10	12	2	1	34	3
Kh80	15	8	11	2	1	25	3
Kh83	13	18	6	2	1	25	3
Kh85	16	13	14	3	1	31	3
Kh86	11	12	6	1	2	31	3
Kh87	13	9	16	1	2	25	3
Kh88	10	4	7	1	2	26	3
Kh90	10	11	5	2	3	26	3
Kh91	12	5	7	1	1	28	3
Kh93	13	9	6	1	2	28	3
Kh94	16	9	10	1	3	25	3
Kh95	15	8	10	1	1	24	3
Kh98	10	6	10	1	1	24	3
Kh110	25	6	7	2	1	25	3
Kh118	16	8	16	2	1	25	2
Kh120	10	5	8	1	2	25	3
Kh121	10	11	10	3	1	25	3
Kh124	10	4	10	1	1	31	3
Kh126	14	6	14	1	3	33	3
Kh127	12	7	14	1	1	33	3
Kh128	14	10	4	3	3	28	3
Kh134	17	9	10	1	2	32	3
Kh137	18	10	8	2	2	25	3
Kh138	14	5	5	1	1	25	3
Kh139	18	6	7	1	3	25	3
Kh140	18	10	11	2	3	25	3
Kh143	11	9	4	2	1	25	3
Kh144	13	11	4	2	2	25	3
Kh145	14	6	7	1	3	25	3
Kh146	18	8	8	3	2	22	3
Kh147	18	7	8	3	3	22	3
Kh149	23	9	6	1	3	29	3
Kh150	14	13	11	3	1	25	3
Kh151	13	5	8	1	1	29	3
Kh152	13	7	12	1	1	29	3
Kh153	23	8	10	2	1	26	2

For abbreviation of traits see Table 2.

دایکوگامی تأثیر گذار است (Cosmulescu and Botu, 2012). بر اساس بررسی که در این مطالعه به عمل آمد، دوره آزاد شدن دانه گرده (از رها شدن اولین دانه گرده تا رها شدن آخرین دانه گرده) در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۱۴ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت بود. بیشترین دوره پذیرش مادگی ۱۸ و ۱۷ روز بود، که متعلق به ژنوتیپ‌های

Ks37 و Kh87 بود. شرایط محیطی گرم و خشک، دوره پذیرش مادگی را کاهش می‌دهد (Pollegioni *et al.*, 2010). مهم‌ترین اجزای عملکرد که می‌تواند از طریق به‌نژادی اصلاح شود، باردهی جانبی است. در این نوع باردهی، جوانه‌های جانبی فصل جاری تولید گل می‌کنند (Akca *et al.*, 2001). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۶۱/۰۱ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای عادت باردهی انتهایی، ۲۵/۴۲ درصد دارای باردهی جانبی کم‌تر یا مساوی ۵۰ درصد (حدواسط) و ۱۳/۵۵ درصد داری باردهی جانبی بیش از ۵۰ درصد (باردهی جانبی) بودند. نوروزی و همکاران (Norouzi *et al.*, 2013) در نتایج پژوهشی که روی ارزیابی مورفولوژیک ۳۱ ژنوتیپ گردو در کرج داشتند، بیان کردند که ۶۱/۳ درصدژنوتیپ‌ها باردهی انتهایی، ۲۲/۶ درصد باردهی جانبی کم‌تر از ۵۰ درصد و ۱۶/۱ درصد آن‌ها باردهی جانبی بیش از ۵۰ درصد داشتند. در بررسی که آکجا و همکاران (Akca *et al.*, 2015) روی ژنوتیپ‌های برتر گردو در ترکیه داشتند درصد باردهی جانبی را بین ۸۰ – ۵۰ درصد گزارش کردند. درصد باردهی جانبی مجموعه انتخابی گردو در شمال شرق ترکیه بین ۶۳-۴۰ درصد متغیر بود (Aslantas, 2006). برداشت میوه در ژنوتیپ‌ها از ۴ شهریور تا ۶ مهر ۱۳۹۳ انجام شد. زودرسی در ژنوتیپ‌های گردو مطلوب است، زیرا دوره رشد کوتاه باعث رهایی از آسیب‌های سرمازدگی پاییزه می‌شود (Ghasemi *et al.*, 2012). ژنوتیپ Ks29 زودرس‌ترین ژنوتیپ در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود و از این نظر در برنامه‌های به‌نژادی قابل توجه است. در حال حاضر هدف بهنژادگران تمرکز بر روی زودرسی، عملکرد بالا، باردهی جانبی، سازگاری ارقام به شرایط مختلف محیطی و کیفیت بهتر میوه است (Akca, 2009).

صفات پومولوژیکی

مهم‌ترین صفات در برنامه‌های به‌نژادی گردو صفات پومولوژیکی هستند، زیرا کم‌تر تحت تأثیر شرایط محیطی و سن درخت قرار می‌گیرند (Sharma and Sharma, 1998). بر اساس نتایج مقایسه میانگین که در جدول ۵ آورده شده است، بیشترین وزن دانه و مغز در این پژوهش مربوط به ژنوتیپ Kh65 بود که دارای وزن دانه (۲۲/۳۵ گرم) و وزن مغز (۱۱/۲۰ گرم) بود، این مقادیر از بیشترین وزن دانه (۱۷/۲۸ گرم) و وزن مغز (۱۰/۱۱ گرم) در توده‌های بذری چهارمحال و بختیاری (Mousavi *et al.*, 2015) و بیشترین وزن دانه (۲۰/۱۰ گرم) در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هندوستان (Sharma *et al.*, 2014) بیشتر بود. آکجا و ازنگان (Akca and Ozongun, 2004)وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست سخت را در بین ژنوتیپ‌های امیدبخش به ترتیب بین ۸-۶ گرم، ۵۵-۵۰ درصد و ۱/۵-۰/۷ میلی‌متر بیان کردند.

جدول ۵- میانگین خصوصیات پومولوژیک ژنوتیپ‌های گردو در سال اول ارزیابی (±SD)

Table 5. Means of pomological characteristics of walnut genotypes in the first year evaluation (±SD)

کد ژنوتیپ Genotype code	وزن دانه NW*	وزن مغز KW	درصد مغز KP	عرض میوه NWI	ضخامت میوه NTH	طول میوه NL	شاخص شکل FI	ضخانت پوست SHT	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها PTH	جدا شدن مغز از دانه KRN	رنگ مغز KC	بافت پوست SHT	روزنه انتهای پوست سخت SHS
Ks24	±0.72	6.46±0.37	54.11±1.24	30.66±0.61	32.22±0.78	36.60±1.62	116.39±3.30	0.93±0.15	0.06±0.10	1	2	2	7
Ks25	13.15±0.87	5.99±0.43	45.61±1.99	33.44±0.77	32.82±1.02	35.66±1.18	107.66±3.59	1.56±0.17	0.06±0.02	2	2	2	2
Ks28	13.46±0.73	5.14±0.36	38.37±4.06	28.48±0.71	32.30±0.50	33.74±0.47	111.02±1.53	2.09±0.24	0.57±0.07	7	3	1	6
Ks29	15.03±0.71	8.73±0.47	58.09±0.85	33.11±1.01	35.53±0.80	35.99±0.73	104.90±1.67	1.25±0.15	0.11±0.02	2	2	3	7
Ks30	18.63±1.48	7.04±0.33	37.86±1.28	34.49±0.70	36.41±1.75	40.64±1.59	114.64±2.64	2.09±0.14	0.86±0.10	5	2	3	6
Ks31	16.02±0.93	6.87±0.45	42.90±1.77	32.03±0.71	33.53±1.14	34.13±1.48	104.10±3.87	2.13±0.21	0.40±0.02	5	2	2	7
Ks32	16.79±1.12	6.69±0.91	39.78±4.24	35.00±1.59	38.43±1.37	40.05±1.64	109.19±5.91	1.81±0.10	0.05±0.02	3	3	3	3
Ks33	17.88±2.06	7.14±1.17	39.77±2.78	35.44±1.55	39.59±2.79	41.01±0.91	109.50±4.61	1.77±0.14	0.05±0.02	3	2	3	2
Ks34	13.51±0.81	6.43±0.30	47.66±1.54	34.57±0.53	36.34±1.08	34.22±0.97	96.51±2.66	1.32±0.19	0.27±0.03	2	3	3	6
Ks35	14.47±0.35	7.54±0.52	52.10±2.51	33.84±1.02	36.38±0.68	36.98±1.47	105.33±4.16	1.37±0.19	0.04±0.01	4	3	5	2
Ks36	12.42±0.71	6.06±0.46	48.77±1.26	30.63±0.87	31.88±0.63	37.51±0.69	120.05±3.11	1.34±0.12	0.06±0.02	2	2	2	7
Ks37	12.63±1.68	5.63±0.81	44.57±1.51	30.68±2.31	32.08±1.97	35.92±2.40	114.50±3.31	1.89±0.11	0.07±0.02	3	2	3	4
Ks39	16.11±1.35	8.90±0.90	55.17±1.35	34.01±0.45	37.29±0.64	37.20±1.19	104.34±2.17	1.23±0.10	0.10±0.03	3	2	3	6
Ks40	12.17±0.56	5.29±0.51	43.48±3.31	29.44±1.33	30.17±1.61	32.45±1.43	109.07±7.24	1.68±0.20	0.38±0.03	8	2	5	6
Ks42	15.09±1.53	58.92±2.47	58.92±2.47	34.50±1.86	34.02±1.16	34.67±0.65	101.29±3.00	1.31±0.20	0.18±0.04	5	1	4	4
Ks43	16.78±1.68	51.10±1.56	51.10±1.56	35.37±0.71	35.24±1.20	36.20±1.64	102.51±2.90	1.57±0.12	0.10±0.02	4	2	3	6
Ks44	18.11±1.97	41.16±1.26	41.16±1.26	33.82±1.66	35.78±1.85	41.39±1.36	119.04±2.88	2.09±0.18	0.09±0.02	4	1	6	7
Ks45	11.94±0.85	5.86±0.71	48.98±3.19	34.21±1.11	33.32±0.95	33.35±0.74	98.85±3.62	1.39±0.13	0.15±0.03	3	1	3	6
Kh65	22.35±2.32	11.20±1.57	49.95±2.71	35.37±3.75	38.29±4.33	44.73±5.23	121.43±4.59	1.68±0.09	0.06±0.01	1	2	3	6
Kh69	13.58±1.24	7.12±0.68	52.67±5.11	33.81±0.85	35.79±0.48	37.42±1.59	107.57±5.29	1.17±0.19	0.25±0.05	2	6	4	7
Kh70	14.30±0.82	8.55±0.67	59.77±1.52	30.81±0.43	35.72±0.81	37.41±0.76	112.49±2.58	1.03±0.26	0.07±0.01	3	2	4	8
Kh73	18.96±1.28	8.84±0.78	46.60±1.54	37.00±1.43	39.74±0.94	40.97±0.78	106.83±3.13	1.67±0.15	0.07±0.02	1	2	4	7
Kh77	13.86±1.03	6.12±0.53	44.14±1.55	30.92±1.11	31.58±0.97	39.69±0.87	127.04±1.93	1.89±0.22	0.07±0.02	4	1	3	6
Kh79	17.12±2.58	8.36±1.90	48.44±5.49	35.97±1.77	38.81±1.33	41.14±1.36	110.10±3.34	1.35±0.17	0.08±0.02	4	2	4	6
Kh80	14.68±1.96	6.99±1.07	47.59±2.01	33.03±1.71	36.78±2.13	38.83±1.41	111.35±3.25	1.16±0.17	0.14±0.03	2	2	2	6
Kh83	16.99±1.37	8.42±0.79	49.57±1.46	34.32±1.37	36.04±1.62	41.90±1.23	119.14±2.57	1.39±0.07	0.10±0.02	3	3	2	6
Kh85	13.96±1.09	6.42±0.88	45.88±3.54	31.02±1.25	34.84±0.88	38.32±1.81	116.35±4.16	1.44±0.15	0.08±0.02	3	1	3	7
Kh86	13.91±0.83	9.51±1.26	68.28±7.03	32.22±0.76	34.51±0.92	40.56±1.17	121.57±2.21	0.61±0.13	0.07±0.01	1	3	2	7
Kh87	14.04±1.03	7.25±0.51	51.70±1.82	29.92±1.33	32.75±1.10	41.27±2.03	131.72±3.97	1.34±0.13	0.05±0.02	4	2	2	3
Kh88	15.06±1.08	7.99±0.39	53.19±2.41	33.09±0.85	36.22±0.37	39.54±0.89	114.11±2.50	1.15±0.24	0.10±0.03	2	1	2	6
Kh90	14.48±0.66	7.45±0.39	51.44±1.94	31.96±1.09	37.05±0.48	36.39±1.54	105.42±3.58	1.49±0.11	0.08±0.01	1	4	3	3
Kh91	16.36±0.99	7.92±0.88	48.60±6.07	33.94±3.36	35.14±1.57	41.11±0.72	119.40±7.23	1.48±0.13	0.42±0.06	3	4	3	7
Kh93	21.27±1.6	8.92±0.74	41.97±2.21	37.20±0.96	36.22±1.57	48.20±1.40	131.37±4.58	1.67±0.07	0.06±0.03	3	1	5	8
Kh94	12.51±1.12	5.56±0.59	44.43±1.27	34.36±0.82	35.98±1.22	40.84±0.83	116.15±1.23	1.32±0.16	0.07±0.03	2	2	3	7
Kh95	12.82±1.18	6.31±1.31	48.90±7.23	31.93±1.44	35.06±1.20	36.93±2.62	110.15±4.93	1.51±0.27	0.12±0.02	4	2	3	8
Kh98	13.07±2.03	6.55±1.46	49.55±4.13	32.91±1.61	33.58±1.37	41.65±1.25	125.36±3.08	1.23±0.05	0.08±0.02	3	5	3	5
Kh110	14.44±1.78	6.96±1.15	48.31±7.03	33.08±1.42	36.38±1.71	36.46±1.87	104.93±3.09	1.46±0.39	0.07±0.02	4	2	3	6
Kh118	10.75±1.58	5.60±0.72	52.33±3.95	31.10±1.33	32.61±0.83	34.36±0.44	107.89±2.59	0.83±0.09	0.07±0.01	2	2	3	6

For abbreviation of traits see Table 2.

Table 5. Continued

ادامه جدول ۵

کد ژنوتیپ Genotype code	وزن دانه NW*	وزن مغز KW	درصد مغز KP	عرض میوه NWI	ضخامت میوه NTH	طول میوه NL	شاخص شکل FI	ضخانت پوست SHT	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها PTH	جدا شدن مغز از دانه KRN	رنگ مغز KC	بافت پوست SHT	روزنه انتهای پوست سخت SHS
Kh120	14.15±0.90	6.36±0.62	44.93±1.97	32.60±1.30	32.06±1.08	37.66±1.42	116.51±3.52	1.73±0.14	0.35±0.06	5	3	2	7
Kh121	12.45±1.07	5.87±0.50	47.15±0.91	31.39±1.83	34.94±1.76	31.96±0.69	96.54±3.92	1.44±0.12	0.19±0.03	5	2	5	8
Kh124	12.09±1.32	5.28±1.81	42.64±12.32	31.77±0.94	32.19±1.18	37.85±1.14	118.46±5.79	1.31±0.19	0.20±0.03	2	2	4	6
Kh126	15.74±1.05	7.43±0.54	47.22±2.43	33.21±0.41	34.25±1.04	43.47±1.89	128.92±6.78	1.52±0.24	0.10±0.03	3	1	3	4
Kh127	15.95±1.11	9.41±0.74	58.97±1.79	34.26±0.73	36.24±0.95	41.73±1.17	118.38±2.28	0.73±0.08	0.04±0.01	3	2	3	5
Kh128	14.37±0.78	7.41±0.60	51.54±1.58	33.30±0.48	33.66±0.75	34.46±1.11	102.95±3.71	1.36±0.18	0.28±0.04	4	2	2	4
Kh134	15.18±0.70	8.72±0.38	57.46±0.76	34.78±1.63	37.26±0.73	42.90±1.94	119.08±3.74	1.00±0.09	0.06±0.01	2	2	2	5
Kh137	13.15±0.63	7.34±0.60	55.32±1.35	32.59±0.48	34.67±0.88	35.14±0.70	103.69±1.61	0.97±0.10	0.13±0.01	4	1	4	7
Kh138	20.65±1.15	9.26±1.05	48.60±1.09	38.68±1.02	38.35±1.37	41.73±1.17	110.90±1.01	1.58±0.23	0.26±0.31	2	1	4	7
Kh139	17.73±0.80	6.89±0.31	38.95±1.83	33.13±0.61	37.36±0.50	41.27±0.85	117.27±0.52	2.01±0.04	0.31±0.02	3	3	3	7
Kh140	14.98±1.19	6.69±1.17	45.72±4.32	31.95±0.97	34.19±1.34	44.76±0.73	134.31±2.35	1.46±0.07	0.13±0.03	1	3	3	7
Kh143	11.56±0.71	4.34±0.36	36.91±1.20	28.70±0.70	32.99±0.18	34.77±0.84	112.70±1.40	1.72±0.06	0.25±0.01	5	1	2	8
Kh144	9.31±1.08	5.16±0.20	56.41±4.19	31.93±1.13	33.15±1.42	30.95±1.66	93.32±1.30	0.55±0.15	0.13±0.03	1	3	3	8
Kh145	9.59±0.54	5.29±0.42	55.16±2.96	31.77±0.89	32.91±0.76	32.06±1.02	98.75±2.74	0.80±0.04	0.08±0.00	1	2	3	8
Kh146	14.36±1.22	7.48±0.43	52.33±2.31	33.61±0.50	35.97±0.95	42.24±0.32	121.29±2.82	0.81±0.05	0.08±0.01	2	2	3	6
Kh147	12.12±0.57	5.68±0.47	47.03±3.67	32.13±1.53	33.56±0.19	37.82±1.45	115.25±5.73	1.15±0.19	0.14±0.01	2	3	8	7
Kh149	15.09±1.48	7.97±0.82	52.81±0.85	32.79±1.13	35.87±1.51	34.77±1.40	101.30±3.23	1.31±0.14	0.06±0.01	2	3	3	6
Kh150	16.44±1.19	10.04±0.82	61.07±1.52	33.49±0.50	38.88±0.94	37.68±0.78	104.17±2.99	0.89±0.08	0.10±0.01	4	2	4	7
Kh151	15.92±0.82	6.58±0.81	41.24±3.19	34.51±1.56	35.44±1.29	39.32±1.49	112.45±4.28	1.65±0.09	0.08±0.02	3	2	4	2
Kh152	20.26±0.82	9.14±0.52	47.17±1.17	37.68±0.65	38.57±1.26	46.71±0.01	114.20±4.32	1.41±0.03	0.12±0.01	3	2	4	7
Kh153	15.45±0.80	8.83±0.76	57.15±3.78	33.88±1.20	34.36±0.60	38.95±1.23	112.41±9.75	1.07±0.13	0.11±0.02	2	1	3	4

For abbreviation of traits see Table 2.

درصد مغز و میزان محصول در هر درخت از مهم‌ترین صفات مورد توجه به‌نژادگران است و درصد مغز به عنوان معیاری برای عملکرد اقتصادی درختان گردو مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bayazit, 2012). دامنه تغییرات درصد مغز از ۳۶/۹۱ درصد در ژنوتیپ Kh143 تا ۶۸/۲۸ درصد در ژنوتیپ Kh86 برآورد شد. ژنوتیپ Kh86 علاوه بر بیشترین درصد مغز دارای ضخامت پوست نازک و حداقل چسبندگی مغز به دانه بود و درصد مغز آن از درصد مغز بسیاری ارقام بین المللی از قبیل پاین (۵۰٪)، هارتلی (۴۶٪)، فرانکت (۴۵٪)، چیکو (۴۶٪)، سانلند (۵۷٪)، وینا (۴۹٪)، چندلر (۵۰٪)، پدرو (۴۶٪) (Sharma *et al*., 2014) و از بیشترین درصد مغز (۶۷٪) گزارش شده توسط ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al*., 2011) بیشتر بود. اما از بیشترین درصد مغز (۷۰/۶۳) توسط ساریخانی خرمی و همکاران (Sarikhani-Khorami *et al*., 2012) کم‌تر بود. ضخامت پوست سخت یکی از عوامل تأثیر گذار بر درصد مغز است (Alinia Ahandani *et al*., 2014). مطلوب‌ترین محدوده ضخامت پوست سخت ۱/۵ - ۰/۷ میلی‌متر است (Khadivi-Khub, 2014). در این تحقیق کم‌ترین و بیشترین ضخامت پوست مربوط به ژنوتیپ Kh144 (۰/۵۵ میلی‌متر) و Ks31 (۲/۱۳ میلی‌متر) بود. در تحقیقی که کلیس و همکاران (Keles *et al*., 2014) روی ژنوتیپ‌های گردو داشتند ضخامت پوست سخت را ۱/۷۷–۰/۸ میلی‌متر گزارش کردند. طول، عرض و ضخامت دانه به ترتیب بین ۴۸/۲۰ - ۳۰/۹۵، ۳۸/۶۸ - ۲۸/۴۹ و ۳۹/۷۵ - ۳۰/۱۸ میلی‌متر متغیر بود. موسیوند و همکاران (۲۰۱۳) بیشترین و کم‌ترین عرض میوه را به ترتیب در گردوی ایرانی و دورگ بین گونه‌ای رویال با عرض ۳۰/۲ و ۱۴/۸ میلی‌متر گزارش کردند، آن‌ها دامنه طول میوه را بین ۳۵/۶ میلی‌متر در گردوی ایرانی و ۱۳/۳ میلی‌متر در گردوی پارادوکس بیان کردند. رنگ مغز یکی از صفات مهم در تعیین کیفیت و بازارپسندی گردو است. از نظر رنگ مغز ژنوتیپ‌های Kh93 و Kh69 به ترتیب روشن‌ترین و تیره‌ترین رنگ مغز را داشتند. ارزانی و همکاران (۲۰۰۸) رنگ مغز را در ۵۲ درصد ژنوتیپ‌ها، روشن و در ۲۲ درصد کهربایی گزارش کردند. در بررسی که آکجا و ازنگان (۲۰۰۴) روی ژنوتیپ‌های گردو داشتند ضخامت پوسته سخت را ۲/۳۲ – ۰/۹۰ میلی‌متر گزارش کردند .در حالیکه دامنه ضخامت پوست در این مطالعه ۲/۱۳ – ۰/۵۵ متغیر بود و کم‌ترین ضخامت پوست سخت (۰/۵۵) متعلق به ژنوتیپ Kh144 بود (جدول ۵).

ضرایب همبستگی

نتایج حاصل از همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۶ آورده شده است. همبستگی

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات با توارث‌پذیری بالادر ژنوتیپ‌های گردو

Table 6. Correlation coefficiants between high heritable traits in walnut genotypes

		طول دانه	عرض دانه	ضخامت دانه	وزن دانه	وزن مغز	درصد مغز	عادت گل‌دهی	ضخامت پوست	جدا شدن مغز از دانه	تاریخ برگ‌دهی	تاریخ برداشت
Traits	صفات	NL	NWI	NTH	NW	KW	KP	FH	SHT	KRN	DL	H
NW	وزن دانه	0.714**	0.729**	0.713**								
KW	وزن مغز	0.530**	0.631**	0.651**	0.747**							
KP	درصد مغز	-0.127	0.030	0.057	-0.177	0.510**						
FH	عادت گل‌دهی	-0.008	-0.147	-0.183	-0.248	-0.177	0.097					
SHT	ضخامت پوست	0.132	0.046	0.027	0.417**	-0.171	-0.825**	-0.176				
KRN	جدا شدن مغز از دانه	-0.256	-0.281*	-0.264*	-0.007	-0.196	-0.337**	-0.351**	0.478**			
DL	تاریخ برگ‌دهی	0.152	0.025	0.140	0.054	0.040	0.142	0.321*	0.309*	-0.193		
H	تاریخ برداشت	0.329*	0.128	0.126	0.101	0.254	0.236	0.164	-0.317*	-0.128	0.433**	
SHS	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها	-0.191	-0.124	-0.172	0.065	-0.224	-0.404**	-0.148	0.446**	0.217**	-0.231	-0.169

For abbreviation of traits see Table 2.

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

بین بسیاری از صفات ممکن است به علت وجود لینکاژ بین ژن‌های کنترل کننده آن صفات یا اثر پلی‌ژنی باشد. همبستگی مثبتی بین وزن دانه و مغز با طول، عرض و ضخامت دانه وجود داشت که با یافته‌های ساریخانی خرمی و همکاران (Sarikhani-Khorami *et al.,* 2014) مطابقت داشت. همبستگی مثبتی بین وزن دانه و وزن مغز مشاهده شد اما ارتباطی بین وزن دانه و درصد مغز وجود نداشت که با یافته‌های قاسمی و همکاران(Ghasemi *et al*., 2012) مطابقت داشت. زمان باز شدن جوانه برگ با زمان برداشت میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که با نتایج ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al*., 2010) همخوانی داشت. ضخامت پوست همبستگی منفی را با درصد مغز نشان داد که با مطالعات انجام شده توسط ارزانی و همکاران (۲۰۰۸) و امیری و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. تاریخ برگ‌دهی با عادت گل‌دهی و ضخامت پوست ارتباط مثبتی داشت. کاراداغ و آکجا (Karadag and Akca, 2011) در بررسی ویژگی‌های فنولوژی و پومولوژی ژنوتیپ‌های امیدبخش گردو در جمعیت بومی ترکیه همبستگی منفی بین دیربرگ‌دهی و باردهی جانبی گزارش کردند. در این مطالعه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین باردهی جانبی و تاریخ برگدهی وجود داشت. عادت گل‌دهی با جدا شدن مغز از دانه ارتباط منفی داشت، به طوری که در ژنوتیپ‌های با باردهی جانبی جدا شدن مغز از دانه راحت‌تر به نظر می‌رسید. ضخامت پوست سخت و ضخامت تیغه میانی لپه‌ها با دشواری جدا شدن مغز از پوست سخت همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۶). شارما و شارما (Sharma and Sharma, 2001) نیز همبستگی معنی‌دار مثبتی را بین صفات ضخامت پوست سخت و دشواری جدا شدن مغز از پوست سخت گزارش کردند. بین برگ‌دهی و تاریخ برداشت میوه رابطه و همبستگی مثبت وجود داشت. ارتباط مثبت و معنی‌داری بین وزن دانه و ضخامت پوست سخت نیز وجود داشت که با یافته‌های بایزیت (Bayazit, 2012) مطابقت داشت. بر اساس نتایج این تحقیق هجده ژنوتیپ گردو به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش انتخاب شدند که خصوصیات آن‌ها در جدول ۷ نشان داده شده است.

تجزیه کلاستر

تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات با توارث‌پذیری بالا از قبیل طول، عرض و ضخامت دانه، وزن دانه و مغز، درصد مغز، ضخامت پوست، تاریخ برگ‌دهی و تاریخ برداشت انجام شد (شکل ۱)، زیرا این صفات کم‌تر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند (Ghasemi *et al*., 2012). برای تعیین محل برش کلاستر یا تعیین تعداد مطلوب کلاستر، دندروگرام از دو نقطه که حداکثر فاصله را بین کلاسترها نشان می‌داد، برش داده شد. تجزیه

جدول ۷- خصوصیات کامل ژنوتیپ‌های برتر انتخابی گردو در سال اول ارزیابی

Table 7. Characteristics of superior selected walnut genotypes in the first year evaluation

کد ژنوتیپ Genotype code	وزن دانه NW*	وزن مغز KW	درصد مغز KP	عرض میوه NWI	ضخامت میوه NTH	طول میوه NL	شاخص شکل FI	ضخانت پوست SHT	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها PTH	جدا شدن مغزاز دانه KRN	رنگ مغز KC
Ks29	15.04	8.74	58.10	33.12	35.53	36.00	104.90	1.26	0.11	خیلی راحت تا راحت	خیلی روشن تا روشن
Ks35	14.47	7.55	52.10	33.85	36.38	36.98	105.34	1.37	0.04	راحت تا متوسط	روشن
Ks39	16.12	8.90	55.18	34.01	37.29	37.21	104.34	1.24	0.11	راحت	خیلی روشن تا روشن
Ks42	15.10	8.89	58.92	34.51	34.02	34.67	101.29	1.31	0.18	متوسط	خیلی روشن
Kh65	22.35	11.20	49.95	35.38	38.30	44.74	121.44	1.68	0.07	خیلی راحت	خیلی روشن تا روشن
Kh69	13.59	7.13	52.67	33.81	35.79	37.43	107.57	1.17	0.25	خیلی راحت تا راحت	متوسط تا تیره
Kh70	14.30	8.56	59.78	30.81	35.72	37.42	112.49	1.04	0.08	راحت	خیلی روشن تا روشن
Kh86	13.91	9.51	68.29	32.22	34.51	40.56	121.58	0.62	0.07	خیلی راحت	روشن
Kh87	14.05	7.26	51.70	29.93	32.75	41.28	131.73	1.35	0.05	راحت تا متوسط	خیلی روشن تا روشن
Kh88	15.06	8.00	53.19	33.10	36.22	39.55	114.11	1.15	0.11	خیلی راحت تا راحت	خیلی روشن
Kh110	14.44	6.96	48.32	33.08	36.39	36.46	104.93	1.47	0.07	راحت تا متوسط	خیلی روشن تا روشن
Kh127	15.95	9.41	58.98	34.27	36.25	41.74	118.39	0.74	0.05	راحت	خیلی روشن تا روشن
Kh128	14.37	7.42	51.55	33.31	33.66	34.47	102.96	1.36	0.29	راحت تا متوسط	خیلی روشن تا روشن
Kh134	15.18	8.72	57.46	34.79	37.26	42.90	119.09	1.01	0.06	خیلی راحت تا راحت	خیلی روشن تا روشن
Kh146	14.37	7.48	52.34	33.61	35.98	42.24	121.30	0.82	0.08	خیلی راحت تا راحت	خیلی روشن تا روشن
Kh149	15.09	7.97	52.81	32.79	35.87	34.77	101.31	1.31	0.07	خیلی راحت تا راحت	روشن
Kh150	16.44	10.05	61.07	33.49	38.88	37.68	104.17	0.89	0.10	راحت تا متوسط	خیلی روشن تا روشن
Kh153	15.45	8.84	57.16	33.89	34.36	37.68	114.20	1.08	0.11	خیلی راحت تا راحت	خیلی روشن

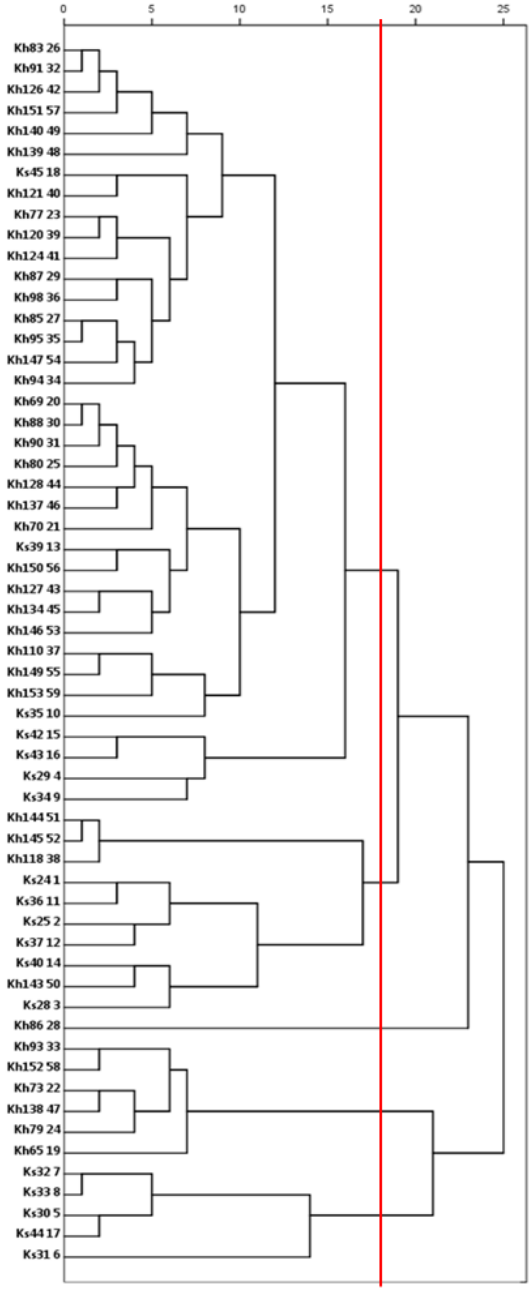
*: See Table 2.

Table 7. Continued

ادامه جدول ۷

کد ژنوتیپ Genotype code	بافت پوست SHT*	روزنه انتهای سخت پوست SHS	زمان برگ‌دهی TL	طول دوره ریزش گرده PSHP	طول دوره پذیرش دانه گرده توسط مادگی PRP	ناهمرسی D	عادت گل‌دهی FH	زمان برداشت H	عادت رشد درخت GH
Ks29	صاف	قوی	3	10	10	پروتاندر	انتهایی	1	عمودی
Ks35	متوسط	بسیار نازک	18	7	14	پروتاندر	انتهایی	8	گسترده
Ks39	صاف	متوسط تا قوی	12	4	7	پروتاندر	انتهایی	19	گسترده
Ks42	صاف تا متوسط	نازک تا متوسط	9	5	8	پروتاندر	انتهایی	19	گسترده
Kh65	صاف	متوسط تا قوی	12	6	6	پروتاندر	انتهایی	28	گسترده
Kh69	صاف تا متوسط	قوی	11	6	5	پروتاندر	انتهایی	25	گسترده
Kh70	صاف تا متوسط	قوی تا بسیار قوی	13	11	6	هموگام	حدواسط	28	گسترده
Kh86	خیلی صاف تا صاف	قوی	11	12	6	پروتاندر	حدواسط	31	گسترده
Kh87	خیلی صاف تا صاف	نازک	13	9	16	پروتاندر	حدواسط	25	گسترده
Kh88	خیلی صاف تا صاف	متوسط تا قوی	10	4	7	پروتاندر	حدواسط	26	گسترده
Kh110	صاف	متوسط تا قوی	25	6	7	پروتوجینوس	انتهایی	25	گسترده
Kh127	صاف	متوسط	12	7	14	پروتاندر	انتهایی	33	گسترده
Kh128	خیلی صاف تا صاف	نازک تا متوسط	14	10	4	هموگام	جانبی	28	گسترده
Kh134	خیلی صاف تا صاف	متوسط	17	9	10	پروتاندر	حدواسط	32	گسترده
Kh146	صاف	متوسط تا قوی	18	8	8	هموگام	حدواسط	22	گسترده
Kh149	صاف	متوسط تا قوی	23	9	6	پروتاندر	جانبی	29	گسترده
Kh150	صاف تا متوسط	قوی	14	13	11	هموگام	انتهایی	25	گسترده
Kh153	صاف	نازک تا متوسط	23	8	10	پروتوجینوس	انتهایی	26	نیمه عمودی

*: See Table 2.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گردو بر اساس صفات طول، عرض و ضخامت دانه، وزن دانه ومغز، درصد مغز، ضخامت پوست و زمان برگ‌دهی و برداشت

Fig. 1. Dendrogram for walnut genotypes based on traits with high heritability length, width and thickness of nut, nut and kernel weight, kernel percentage, shell thickness, leafing and harvest date

خوشه‌ای ۵۹ ژنوتیپ مورد بررسی را در فاصله ۱۵/۵ به پنج خوشه گروه‌بندی کرد. گروه اول ۳۷ ژنوتیپ با خصوصیات مطلوب مغز و دانه را در خود جای داد، این ژنوتیپ‌ها منشأ جغرافیایی متفاوتی داشتند و سه ژنوتیپ دیربرگ Kh110، Kh153 و Kh149 در این گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌هایی که در گروه دوم قرار داشتند دارای وزن دانه، مغز و درصد مغز کم‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند همچنین ابعاد دانه در این ژنوتیپ‌ها کم‌تر بود و ژنوتیپ Kh143 با چهار کلکسیون کشور مورد تجزیه خوشه‌ای قرار دادند، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شش خوشه قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های هر گروه منشأ جغرافیایی مشترک داشتند. در بررسی هفتاد ژنوتیپ مورد بررسی استان مرکزی صفات با وراثت‌پذیری بالا از صفات مؤثر در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بودند (Ghasemi *et al.*, 2012).

در این بررسی از بین ۵۹ ژنوتیپ مورد بررسی پس از ارزیابی و مقایسه با رقم چندلر ژنوتیپ‌های Kh86، Kh70، Kh69، Kh65، Ks42، Kh87، Ks39، Ks35، Kh88، Kh110، Kh127، Kh128، Kh134، Kh146، Kh149، Kh150، Kh153 و Ks29 با توجه به خصوصیات مطلوب دانه و مغز و یا صفت مطلوب دیربرگ‌دهی به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش انتخاب شدند (جدول ۷).

توصیه می‌شود علاوه بر ادامه ارزیابی ژنوتیپ‌ها در سطح استان از ژنوتیپ‌های برتر حاصل از این پژوهش، کلکسیون رویشی ایجاد شود و پس از مطالعات تکمیلی به باغداران در سطح استان معرفی شوند.

References

Akca, Y. 2009. Walnut. Anit Publications, Ankara, Turkey.

Akca, Y., Bilgen, Y., and Ercisli, S. 2015. Selection of superior persian walnut (*Juglans regia* L.) from seedling origin in Turkey. Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus 14(3): 103-114.

Akca, Y., Keskin, S., and Clep, C. 2001. A study on the selection of superior walnut types with lateral bud fruitfulness and maximum of nut per cluster. Acta Horticulturae 544: 125-128.

Akca, Y., and Ozongun, S. 2004. Selection of late leafing, late flowering, laterally fruitful walnut (*Juglans regia*) types in Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 32(4): 337-342.

Alinia-Ahandani, E., Darzi-Ramandi, H., Sarmad, J., Asadi-Samani, M., Yavari, A.M., and Alinia-Ahandani, R. 2014. Evaluation of morphological diversity among

some Persian walnut accessions (*Juglans regia* L.) in Guilan, northern Iran. International Journal of Plant Biology and Research 5(2): 21-30.

Anonymous 1994. Descriptors for Walnut (*Juglans* spp.). International Plant Genetic Resources Institute (IBPGR), Rome, Italy. 31 pp.

Anonymous 2011. Survey results on production of Horticultural Crops. Ministry of Agricultura, Tehran, Iran (in Persian).

Anonymous 2013. Production Yearbook. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy.

Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A., and Roozban, M. R. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 36(3): 159-168.

Aslantaş, R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia*) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 34(3): 231-237.

Asma, B. M. 2012. Pomological and phenological characterization of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from Malatya, Turkey. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus 11(4): 169 - 178.

Bayazit, S. 2012. Determination of relationships among kernel percentage and yield characteristics in some Turkish walnut genotypes by correlation and path analysis. The Journal of Animal and Plant Sciences 22(2): 513-517.

Cosmulescu, S., and Botu, M. I. H. A. I. 2012. Walnut biodiversity in south-western Romania resource for perspective cultivars. Pakistan Journal of Botany 44(1): 307-311.

Diaz, R., Alonso, E., and Fernádez-López, J. 2004. Genetic and geographic variation in seed traits of common walnut (*Juglans regia* L.) among twenty populations from the west of Spain. Acta Horticulturae705: 137-141.

Ebrahimi, A., Fatahi, M. R., and Zamani, Z. 2011. Analysis of genetic diversity among some Persian walnut genotypes (*Juglans regia* L.) using morphological traits and SSRs markers. Scientia Horticulturae 130(1): 146-151.

Ebrahimi, A., Fatahi, M. R., Zamani, Z. A., and Vahdati, K. 2010. An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. Iranian Journal of Horticultural Sciences_40(4): 83-94

(in Persian).

Forde, H. I., and McGranahan, G. H. 1996. Wulnuts. pp. 241-273. In: Janick, J., and Moore, J. N. (eds.) Fruit Breeding, Volume III: Nuts. Purdue University Press, USA.

Ghasemi, M., Arzani, K., and Hassani, D. 2012. Evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province of Iran. Crop Breeding Journal 2(2): 119-124.

Haghjooyan, R., Ghareriazi, B., Sanei-Shariat-Panahi, M., and Khalighy, A. 2005. Investigation genetic diversity of walnut genotype in different region of country by quantaitives morphological marker. Pajhoohesh va Sazandegi 69: 22-30 (in Persian).

Hassani, D., Atefi, J., Haghjooyan, R., Dastjerdi, R., Keshavarzi, M., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Rahmanian, A. R., Nematzadeh, F., and Malmir, A. 2012a. Jamal, a new Persian walnut cultivar for moderate-cold areas of Iran. Seed and Plant Improvment Journal 28-1 (3): 525-527 (in Persian).

Hassani, D., Atefi, J., Haghjooyan, R., Dastjerdi, R., Keshavarzi, M., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Rahmanian, A. R., Nematzadeh, F., and Malmir, A. 2012b. Damavand, A new Persian walnut cultivar as a pollinizer for Iranian walnut Cultivars and Genotypes. Seed and Plant Improvment Journal 28-1 (3): 529-531 (in Persian).

Karadag, H., and Akca, Y. 2011. Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from selected native population in Amasya province. African Journal of Biotechnology 10(74): 16763-16768.

Keles, H., Akca, Y., and Ercisli, S. 2014. Selection of promising walnut genotypes (*Juglans regia* L.) from Inner Anatolia. Acta Scientiarum Polonorum 13(3): 167-175.

Khadivi-Khub, A. 2014. Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut for morphological characters in Markazi province from Iran. Brazilian Journal of Botany 37(3): 273-281.

Mahmoodi, R., Hassani, D., Amiri, M. E., and Jafaraghaee, M. 2014. Comparison of nut characteristics and yield of some selected persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes with foreign Cultivars. Seed and Plant Improvment Journal 30-1 (2): 441-456 (in Persian).

Mosivand, M., Hassani, D., Payamnour, V., and Jafar Aghaei, M. 2013. Comparison of tree, nut, and kernel characteristics in several walnut species and inter-specific hybrids. Crop Breeding Journal 3(1): 25-30.

Mousavi, S. A., Tatari, M., Moradi, H., and Hassani, D. 2015. Evaluation of genetic diversity among the superior walnut genotypes based on pomological and phonological traits in Chaharmahal va Bakhtiari province. Seed and Plant Improvement Journal 31-1 (2): 365-389 (in Persian).

Norouzi, R., Heidari, S., Asgari-Sarcheshmeh, M. A., and Shahi-Garahlar, A. 2013. Estimation of phenotypical and morphological differentiation among some selected persian walnut (*Juglans regia* L.) Accessions. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(9): 2438-2445.

Pollegioni, P., Woeste, K., Olimpieri, I., Ducci, F., and Malvolti, M. E. 2010. Pollen Biology and Hybridization Process: Open Problem in Walnut. Pollen: Structure, Types and Effects. Nova Science Publishers, Hauppauge, New York, USA.

Rezaei, R., Gerigourian,V., Vahdati, K., and Valizadeh, M. 2006. Evaluation of morphological traits associated with the vigor of Persian walnut (*Juglans regia* L.) seedlings. Iranian Journal of Horticultural Science and Thechnology 7(3): 157-168 (in Persian).

Rezaei, R., Hassani, G. H., Hassani, D., and Vahdati, D. 2008. Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz, Orumia. Journal of Horticultural Science and Technology 9 (3): 205-214 (in Persian).

Sarikhani-Khorami, S., Arzani, K., and Roozban, M. R. 2012. Identification and selection of twelve walnut superior and promising genotypes in Fars province, Iran. Seed and Plant Improvement Journal 28-1 (2): 277-296 (in Persian).

Sarikhani-Khorami, S., Arzani, K., and Roozban, M. R. 2014. Correlations of certain high-heritability horticultural traits in persian walnut (*Juglans regia* L.). Acta Horticulturae 652: 61-68.

Sharma, O. C., and Sharma, S. D. 2001. Correlation between nut and kernel characters of Persian walnut seedlings trees of Garsa Valley in Kullu District of Himachal Pradesh. Acta Horticulturae 544: 129-132.

Sharma, R. M., Kour, K., Singh, B., Yadav, S., Kotwal, N., Rana, J. C., and Anand, R. 2014. Selection and characterization of elite walnut (*Juglans regia* L.) clone from seedling origin trees in North Western Himalayan region of India. Australian Journal of Crop Science 8(2): 257 - 262.

Solar, A., and Stampar. F. 2005. Evaluation of some perspective walnut genotypes in Slovenia. Acta Horticulturae 705: 131-136.

Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D., andAmiri, M. E. 2009. Effects of Foliar Application of Nutrient Elements on Fruit Set and Quantitative and Qualitative Traits of Keshmeshi Grape Cultivar. Seed and Plant Production Journal 25-1 (1): 93-101 (in Persian).

Vyas, D., Shrma, S. K., and Sharma, D. R. 2003. Genetic structure of walnut genotype using leaf isozymes as variability measure. Scientia Horticulturae 91: 141-152.

Westwood, M. N. 1993. Temperate-zone Pomology: Physiology and Culture. Third Edition Timber Press, Portland, Oregon, USA.

Zeneli, G., Kola, H., and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Scientia Horticulturae 105(1): 91-100.